

# VU Research Portal

## Miniaturization and Application of Fiber Coupled Photoacoustic Gas Spectroscopy

Zhou, S.

2020

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Zhou, S. (2020). *Miniaturization and Application of Fiber Coupled Photoacoustic Gas Spectroscopy*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

Fotoakoestische gasspectroscopie is een gasanalysetechniek waarvan de detectiegrens gunstig is bij miniaturisatie. Dit project gaat voornamelijk over de ontwikkeling van een miniaturisatiebenadering waarbij in plaats van het hele gasanalyzesysteem alleen het essentiële deel voor de gasdetectie wordt geminiaturiseerd en via optische vezels met het andere deel van het systeem wordt verbonden. Het is een natuurlijke uitbreiding van ons eerdere werk rond op cantilever gebaseerde vezelgekoppelde fotoakoestische spectroscopie, gepubliceerd in 2013.

In dit project zijn verschillende vorderingen gemaakt, die als volgt kunnen worden samengevat:

- Het foto-akoestische sensorontwerp is verbeterd. De gevoeligheid is nu 30 keer meer dan het vorige werk en ligt dicht bij wat andere omvangrijke commerciële foto-akoestische gasanalyzers kunnen bereiken. Achtergrondsignaal, dat veel voorkomt in literatuur over fotoakoestische detectie, is theoretisch uitgelegd en verder geëlimineerd met een nieuw sensorontwerp. Een beter begrip van de ruiscomponent van op cantilever gebaseerde fotoakoestische sensoren is gerealiseerd door Allen-Werle afwijkingsanalyse.

- Twee nichetoeepassingen voor geminiaturiseerde glasvezel gekoppelde fotoakoestische gasdetectie zijn onderzocht. Een daarvan is het bemonsteren van monitoring van het vrije fermentatieproces in een kleine fermentor. Interessante verschijnselen tijdens het fermentatieproces zijn onthuld, maar zijn mogelijk niet praktisch bruikbaar. De andere is in – situ analyse van opgelost gas voor het bewaken van de toestand van de transformator. Het is verreweg de eerste demonstratie van fotoakoestische gassensoren die direct in vloeistof kunnen werken. Als de experimentele resultaten die we hebben behaald kunnen worden opgeschaald naar echte stroomtransformatoren, zou het ondergedompelde fotoakoestische gassensorconcept dat we voorstelden, enkele dagen eerder een boogfout-detectie van een gemiddelde stroomtransformator kunnen realiseren dan conventionele opgeloste gasanalyzers.

- Een eindig-elementenmodel is voorgesteld op basis van Comsol Multiphysics voor simulatie van frequentierespons van cantilever-gebaseerde fotoakoestische gassensoren. De vergelijking met experimentele gegevens heeft aangetoond dat dit model de realiteit heel goed weerspiegelt. Het is verder geïmplementeerd om het miniaturisatiepotentieel van op cantilever gebaseerde fotoakoestische gassensoren te onderzoeken.

- Een peer-vergelijking tussen de interferometrische uitlezing en elektrische uitleestech-nieken is gemaakt op basis van de foto-akoestische gassensor van de stembank. De vergelijking kan dienen als een goed referentiepunt voor selectie van signaaluitleesmethoden voor de gemeenschap van fotoakoestische gassensoren. Er zijn ook weinig ontwerprichtlijnen voorgesteld voor de ontwikkeling van alle optische stembank fotoakoestische gassensoren.

- Een semi-gedistribueerd concept voor foto-akoestische gassensoren is onderzocht. Er zijn voorlopige experimenten uitgevoerd om het concept te valideren en de sensitiviteit en lineariteit van de sensor te schatten. De huidige uitdaging en het toekomstige potentieel zijn geïdentificeerd van dit concept.

- De beperkingen van de huidige studie en de techniek van op een cantilever gebaseerde vezel-gekoppelde fotoakoestische spectroscopie in het algemeen zijn expliciet gegeven in hoofdstuk 9, samen met enkele suggesties voor verdere ontwikkeling.